·论著·

安徽地区不同性别中年肥胖居民三酰甘油葡萄糖乘积指数与心血管疾病高危风险的关系

潘姚佳[1,2]，王为强[1*]，易伟卓[3]，高兵[4]，傅方琳[1,2]，韩正[1,2]，孙梦[1,2]，董雅勤[1]，顾怀聪[1,2]

【摘要】 背景 三酰甘油葡萄糖乘积（TyG）指数是评价胰岛素抵抗（IR）和肥胖相关的代谢性疾病的指标，与发生心血管疾病（CVD）高危风险密切相关，但在不同性别的中年肥胖人群中 TyG 指数与发生 CVD 高危风险可能不同。**目的** 探讨不同性别中年肥胖人群 TyG 指数与发生 CVD 高危风险的关系，评估其在 CVD 防治中的作用。**方法** 研究对象来源于安徽省开展的 10 个 CVD 高危人群早期筛查与综合干预项目，选择 30 425 例中年肥胖人，采用国家心血管中心统一设计的初筛调查表和基本信息登记表，由经过统一培训并考察合格的调查员进行调查，主要调查内容包括性别、年龄、高血压、血脂异常、糖尿病、吸烟情况、饮酒情况等。分为男性组和女性组，男性组根据 TyG 指数四分位数分组，分为 T_1（7.417~8.870）、T_2（8.871~9.204）、T_3（9.205~9.578）、T_4（9.579~11.435）组；女性组分为 F_1（7.579~8.876）、F_2（8.877~9.183）、F_3（9.184~9.526）、F_4（9.527~11.647）组。采用二元 Logistic 回归分析探究 TyG 指数与发生 CVD 高危风险的关系，采用 Z 检验来比较亚组间的效应值差异。**结果** 男性组中发生 CVD 高危风险比例为 28.4%，在女性组中为 26.0%。二元 Logistic 回归分析结果显示，男性组（女性组）TyG 指数 T_2（F_2）、T_3（F_3）、T_4（F_4）与 CVD 高危风险相关性（$P<0.05$），且随着 TyG 指数的逐渐增大，与发生 CVD 高危风险的相关性也逐渐增加。男性组，与 T_1 相比在 T_4 组发生 CVD 高危的风险为 OR（95%CI）=1.827（1.622，2.058）；女性组，与 T_1 相比在 T_4 组发生 CVD 高危的风险为 1.552（1.410，1.708）。男女两组中第四个四分位数 TyG 指数与发生 CVD 高危风险比较，差异有统计学意义（$P<0.05$）；再进一步调整了总胆固醇等指标后（模型 2），T_2（F_2）、T_3（F_3）、T_4（F_4）与发生 CVD 高危风险的相关性有所减弱，但在男性和女性两组 TyG 指数中，T_2（F_2）、T_3（F_3）、T_4（F_4）均与发生 CVD 高危风险存在相关性（$P<0.05$），且随着 TyG 指数水平的逐渐增大与发生 CVD 高危风险的相关性逐渐增加。与 T_1 组相比，在男性组中 TyG 指数 T_4 组中发生 CVD 高危的风险 OR（95%CI）=1.804（1.584，2.055），女性组 OR（95%CI）=1.496（1.345，1.665）；男女两组中第四个四分位数 TyG 指数与发生 CVD 高危风险比较，差异有统计学意义（$P<0.05$）。**结论** 高水平 TyG 指数的中年肥胖男性更易于发生 CVD 高危风险，应重点关注该群体的 TyG 指数水平。

【关键词】 肥胖；三酰甘油葡萄糖乘积指数；不同性别；心血管疾病；中年人；高危风险

【中图分类号】 R 589.25 **【文献标识码】** A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0891

【引用本文】 潘姚佳，王为强，易伟卓，等. 安徽地区不同性别中年肥胖居民三酰甘油葡萄糖乘积（TyG）指数与心血管疾病高危风险的关系［J］. 中国全科医学，2023. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0891.［www.chinagp.net］

PAN Y J，WANG W QIANG，YI W Z，et al. Relationship between triglyceride-glucose（TyG） index and risk of cardiovascular diseases in middle-aged obese residents of different genders in Anhui Province［J］. Chinese General Practice，2023.

Relationship between Triglyceride-glucose Index and Risk of Cardiovascular Diseases in Middle-aged Obese Residents of Different Genders in Anhui Province

PAN Yaojia[1,2]，*WANG Weiqiang*[1*]，*YI Weizhuo*[3]，*GAO Bing*[4]，*FU Fanglin*[1,2]，*HAN Zheng*[1,2]，*SUN Meng*[1,2]，*DONG Yaqin*[1]，*GU Huaicong*[1,2]

1.Department of General Medicine，Affiliated Suzhou Hospital of Anhui Medical University（Suzhou Municipal Hospital of Anhui Province），Suzhou 234000，China

2.Anhui Medical University，Hefei 230000，China

3.Department of Epidemiology and Health Statistics，School of Public Health，Anhui Medical University，Hefei 230032，

基金项目：基于全科医疗的"互联网＋"多重慢病的创新管理策略（202106f01050042）

1.234000 安徽省宿州市，安徽医科大学附属宿州医院（安徽省宿州市立医院）全科医学科 2.230000 安徽省合肥市，安徽医科大学 3.230032 安徽省合肥市，安徽医科大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系 4.234000 安徽省宿州市，安徽医科大学附属宿州医院（安徽省宿州市立医院）预防保健科

*通信作者：王为强，主任医师；E-mail：wwq007@126.com

China,
4.Department ofpreventionand health care, Affiliated Suzhou Hospital of Anhui Medical University (Suzhou Municipal Hospital of Anhui Province), Suzhou 234000, China
*Corresponding author: WANG Weiqiang, Chief physician; E-mail: wwq007@126.com

【Abstract】 **Background** Triglyceride-glucose (TyG) index is an index to evaluate insulin resistance (IR) and obesity-related metabolic diseases, which is closely related to the high risk of cardiovascular disease (CVD). However, TyG index may be different from the high risk of CVD in middle-aged obese people of different genders. **Objective** To investigate the relationship between TyG index and the high risk of CVD in middle-aged obese people of different genders, and to evaluate its role in the prevention and treatment of CVD.**Methods** Atotalof30, 425 middle-aged obese residents were selected from 10 early screening and comprehensive intervention projects of high-risk CVD population in Anhui Province and investigated by investigators who were trained and qualified, using the preliminary screening questionnaire and basic information registration form designed by the National Cardiovascular Center. The main survey contents included gender, age, hypertension, dyslipidemia, diabetes, smoking and alcohol consumption, etc. The included residents were divided into the male group and female group. The male group was divided into T_1 (7.417-8.870), T_2 (8.871-9.204), T_3 (9.205-9.578) and T_4 (9.579-11.435) groups, the female group was divided into F_1 (7.579-8.876), F_2 (8.877-9.183), F_3 (9.184-9.526) and F_4 (9.527-11.647) groupsaccording to the quartiles of TyG index.Binary Logistic regression analysis was used to explore the relationship between TyG index and the high risk of CVD, and Z-test was used to compare the differences in effect values among subgroups. **Results** The high risk rate of CVD was 28.4% in the male group and 26.0% in the female group. Binary Logistic regression analysis showed that TyG index T_2 (F_2), T_3 (F_3), T_4 (F_4) in male group (female group) were correlated with the high risk of CVD ($P<0.05$), and the correlation with the high risk of CVD increased with the gradual increase of TyG index. In the male group, the risk of developing high risk of CVD in the T_4 group compared to $T_1$was *OR* (95% *CI*) =1.827 (1.622, 2.058); In the female group, the risk of developing high risk of CVD in the F_4 group compared to F_1 was *OR* (95%*CI*) =1.552 (1.410, 1.708). There were significant differences in the risk of developing high risk of CVD between the T_4(F_4) group in both male and female groups ($P<0.05$). After further adjustment for total cholesterol and other indicators (model 2), the correlation between T_2 (F_2), T_3 (F_3), T_4 (F_4) and the risk of developing high risk of CVD was attenuated.However, in both male and female groups, T_2 (F_2), T_3 (F_3) and T_4 (F_4) were all correlated with the high risk of CVD ($P<0.05$), and the correlation increased with the gradual increase of TyG index level. In the male group, the risk of developing high risk of CVD in the T_4 group compared to T_1 was *OR*(95%*CI*)=1.804 (1.584, 2.055), in the female group, the risk of developing high risk of CVD in the T_4 group compared to T_1 was *OR*(95%*CI*)=1.496 (1.345, 1.665); There were significant differences in the risk of developing high risk of CVD between the T_4 (F_4) group in both male and female groups ($P<0.05$).**Conclusion** Middle-aged obese men with high TyG index are more prone to develop high risk for CVD, and more attention should be paid to the TyG index level of the population.

【Key words】 Obesity; Triglyceride-glucose index; Different genders; Cardiovascular Diseases; Middle aged; High risk

随着老龄化进程的加速，心血管疾病（cardiovascular disease，CVD）对居民健康生活的影响日益显著，CVD发病率和死亡率持续上升日益成为一个重要的公共卫生问题[1]。2019年204个国家和地区的CVD患者人数与1990年的2.71亿相比增加了2.52亿，CVD死亡人数增加了650万，成为全世界的主要死亡原因之一[2]。居民不健康的生活方式导致超重和肥胖发生率均呈上升态势。肥胖会使CVD高危风险增加，而中年人群更易肥胖从而增加了发生CVD高危风险，亟待采取相应的防治策略来控制引起CVD的高危风险因素，从而延缓CVD的发展进程[3]。三酰甘油葡萄糖乘积（triglyceride-glucose，TyG）指数是胰岛素抵抗（insulin resistance，IR）的标志物，是一种廉价且易于获得的来检测IR和胰岛功能的替代变量，并且能够更好的预测2型糖尿病患病风险[4-5]。IR和肥胖增加了血糖和血脂代谢紊乱的发生风险，进而增加了发生CVD的高危风险。TyG指数与发生CVD高危风险的关系在不同性别人群中显著性可能会有差异。基于此，本研究探讨了不同性别中年肥胖人群TyG指数与发生CVD高危风险的关系，旨在为中年肥胖人群CVD的防治与筛查提供循证学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 研究对象来源于安徽省开展的10个CVD高危人群早期筛查与综合干预项目，选择30 425例中年肥胖人为研究对象。纳入标准：（1）过去1年内在项目点居住≥6个月；（2）自愿配合且全程参与本调查项目；（3）45≤年龄<65岁，体质指数（BMI）≥25 kg/m^2。排除标准：（1）调查研究项目资料不全；（2）

生活不能自理；（3）恶性肿瘤晚期、重度肝肾功能受损、处于急性感染期。本项目通过宿州市立医院伦理委员会审批（A2022033），研究对象均签署了知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 问卷调查 采用国家心血管中心统一设计的初筛调查表和基本信息登记表，由经过统一培训并考察合格的调查员进行调查，主要调查内容包括性别、年龄、高血压、血脂异常、糖尿病、吸烟情况、饮酒情况等。

1.2.2 体格检查 由经过正规培训的体检人员对研究对象进行身高（cm）、体质量（kg）的测量。

1.2.3 实验室检查 所有调查对象禁食、禁水 8 h 以上，于清晨 6：30–9：00 采集空腹静脉血，采用血糖仪检测空腹血糖（FPG），采用快速血脂仪检测三酰甘油（TG）。

1.2.4 指标定义 CVD 高危对象：符合以下 4 条标准中的 1 条即为 CVD 高危对象。（1）任一疾病史：心肌梗死史、接受经皮冠状动脉介入治疗、接受冠状动脉旁路移植术、脑卒中（缺血型脑卒中或出血型脑卒中）史。（2）收缩压≥ 160 mmHg（1 mmHg=0.133 kPa）或舒张压≥ 100 mmHg。（3）LDL-C ≥ 160 mg/dl（4.14 mmol/L）或 HDL-C<30 mg/dl（0.78 mmol/L）。（4）根据 2008 年世界卫生组织《心血管风险评估和管理指南》中的风险评估预测图对研究对象进行 CVD 风险评估，筛查对象 10 年 CVD 患病风险≥ 20%。项目数据采集系统根据调查问卷初筛结果自动判定是否为 CVD 高危对象[6]。吸烟：在调查时存在吸烟行为；饮酒：在调查时饮酒≥ 1 次 / 周。

1.2.5 指标计算与分组 体质指数（BMI）= 体质量 / 身高 2。TyG 指数 =Ln〔血清三酰甘油（mmol/L）× 空腹血糖（mmol/L）/ 2 〕。将男性组根据 TyG 指数四分位数分组，分为 T_1（7.417~8.870）、T_2（8.871~9.204）、T_3（9.205~9.578）、T_4（9.579~11.435）组；女性组分为 F_1（7.579~8.876）、F_2（8.877~9.183）、F_3（9.184~9.526）、F_4（9.527~11.647）组。

1.3 统计学方法 采用 SPSS 25.0 统计软件进行数据统计分析，非正态分布的计量资料用 M（P_{25}，P_{75}）描述，组间比较非参数秩和检验；计数资料以相对数描述，组间比较采用 χ^2 检验。采用 Logistic 回归分析探究男性组和女性组中年肥胖人群 TyG 指数与心血管疾病高危风险的关系。用 R 软件（version 4.1.1）中的 Z 检验来比较男性组和女性组的 OR 值之间的差异。检验水准 α=0.05。

2 结果

2.1 研究对象的基本信息 30 425 例中年肥胖居民中男性组 11 566 例，女性组 18 859 例，CVD 高危风险比例分别为 28.4%（3 280/11566）、26.0%（4 909/18859）。男性组，CVD 高危人群 TyG 指数、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、BMI、三酰甘油、空腹血糖与非高危人群比较，差异有统计学意义（P<0.05）；女性组，CVD 高危人群吸烟、TyG 指数、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、BMI、三酰甘油、空腹血糖与非高危人群比较，差异均有统计学意义（P<0.05）。见表 1。

2.2 不同性别、不同 TyG 指数人群特征 男性组和女性组 TyG 指数中位数分别为 9.204、9.183。男性组：不同 TyG 指数人群吸烟情况、饮酒情况、高血压发生情况、糖尿病发生情况、血脂异常发生情况、CVD 高危人群、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、BMI、三酰甘油、空腹血糖比较，差异有统计学意义（P<0.05）。女性组：不同 TyG 指数人群高血压发生情况、糖尿病发生情况、血脂异常发生情况、CVD 高危风险人群、低密度脂蛋白胆固醇、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、BMI、三酰甘油、空腹血糖比较，差异均有统计学意义（P<0.05），见表 2、3。

2.3 男性组和女性组 TyG 指数与高血压、糖尿病、血脂异常以及 CVD 高危风险相关性的单因素 Logistic 回归分析 以 TyG 指数分组〔男性组（女性组）赋值：T_1（F_1）=1、T_2（F_2）=2、T_3（F_3）=3、T_4（F_4）=4〕为自变量，是否为 CVD 高危风险（赋值：0= 否、1= 是）、高血压（赋值：0= 否、1= 是）、糖尿病（赋值：0= 否、1= 是）、血脂异常（赋值：0= 否、1= 是）为因变量，进行单因素 Logistic 回归分析，以 T_1（F_1）为参照组，男性组和女性组 TyG 指数是高血压、糖尿病、血脂异常以及 CVD 高危风险的影响因素（P<0.05）。男性组，T_4 发生高血压、糖尿病、血脂异常以及 CVD 高危风险与 T_1 相比分别增加了 1.956、5.389、4.633、1.785 倍；女性组，F_4 发生高血压、糖尿病、血脂异常以及 CVD 高危风险与 F_1 相比分别增加了 2.287、11.479、4.237、1.515 倍。在男性组和女性组中，随着 TyG 指数水平的升高，高血压、糖尿病、血脂异常以及发生 CVD 高危风险呈上升的趋势，见表 4、5。

2.4 不同性别人群 TyG 指数与发生 CVD 高危风险相关性的二元 Logistic 回归 以 TyG 指数分组〔男性组（女性组）赋值：T_1（F_1）=1、T_2（F_2）=2、T_3（F_3）=3、T_4（F_4）=4〕为自变量，以是否为 CVD 高危人群（赋值：0= 否、1= 是）作为因变量进行多因素二元 Logistic 回归模型结果，模型 1 以 T_1（F_1）为参照组，调整了吸烟（赋值：0= 否、1= 是）、饮酒（赋值：0= 否、1= 是）、高血压（赋值：0= 否、1= 是）、糖尿病（赋值：0= 否、1= 是）、血脂异常（赋值：0= 否、1= 是）后，男性组（女性组）TyG 指数 T_2（F_2）、T_3（F_3）、T_4（F_4）与 CVD 高危风险相关性（P<0.05），且随着 TyG 指数的逐渐增大，与发生 CVD 高危风险的相关性也逐渐增加。男性组，

表 1 不同性别心血管病高危人群的一般情况比较

Table 1 Comparison of the general information of population at highrisk cardiovascular diseaseby gender

特征	男性组				女性组			
	非高危	高危	χ^2（Z）值	P 值	非高危	高危	χ^2（Z）值	P 值
吸烟〔n（%）〕			0.001^a	0.975			4.591^a	0.032
否	4 254（51.3）	1 685（51.4）			13 715（98.3）	4 848（98.8）		
是	4 032（48.7）	1 595（48.6）			235（1.7）	61（1.2）		
饮酒〔n（%）〕			0.112^a	0.738			0.883^a	0.347
否	5 456（65.8）	2 149（65.5）			13 494（96.7）	4 762（97.0）		
是	2 830（34.2）	1 131（34.5）			456（3.3）	147（3.0）		
高血压〔n（%）〕			0.368^a	0.544			0.107^a	0.743
否	5 478（66.1）	2 149（65.5）			9 755（69.9）	3 445（70.2）		
是	2 808（33.9）	1 131（34.5）			4 195（30.1）	1 464（29.8）		
糖尿病〔n（%）〕			0.037^a	0.848			0.663^a	0.416
否	7 168（86.5）	2 833（86.4）			12 429（89.1）	4 353（88.7）		
是	1 118（13.5）	447（13.6）			1 521（10.9）	556（11.3）		
血脂异常〔n（%）〕			1.231^a	0.267			0.687^a	0.407
否	7 803（94.2）	3 071（93.6）			13 065（93.7）	4 581（93.3）		
是	483（5.8）	209（6.4）			885（6.3）	328（6.7）		
TyG 指数〔n（%）〕			99.027^a	<0.001			80.699^a	<0.001
T_1（F_1）	2 231（26.9）	661（20.2）			3 663（26.3）	1 052（21.4）		
T_2（F_2）	2 091（25.2）	800（24.4）			3 531（25.3）	1 189（24.2）		
T_3（F_3）	2 073（25.0）	819（25.0）			3 471（24.9）	1 239（25.2）		
T_4（F_4）	1 891（22.8）	1 000（30.5）			3 285（23.5）	1 429（29.1）		
总胆固醇〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	4.45（3.82，5.15）	4.49（3.86，5.21）	2.373	0.088	4.90（4.20，5.63）	4.93（4.20，5.69）	2.271	0.023
高密度脂蛋白胆固醇〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	1.23（1.04，1.50）	1.20（1.02.1.45）	3.908	<0.001	1.38（1.17，1.65）	1.36（1.16，1.63）	2.790	0.005
低密度脂蛋白胆固醇〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	2.29（1.78，2.81）	2.39（1.80，3.21）	9.606	<0.001	2.47（1.94，3.02）	2.79（2.13，3.77）	24.077	<0.001
BMI〔M（P_{25}，P_{75}），kg/m^2〕	26.95（25.89，28.51）	27.36（26.11，29.02）	8.635	<0.001	27.12（25.96，28.95）	27.34（26.12，29.38）	7.320	<0.001
三酰甘油〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	1.90（1.39，2.68）	2.10（1.53，3.05）	9.673	<0.001	1.96（1.52，2.65）	2.11（1.62，2.90）	10.091	<0.001
空腹血糖〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	6.10（5.40，7.14）	6.10（5.40，7.30）	2.367	0.018	5.84（5.30，5.60）	5.91（5.30，6.80）	1.544	0.122

注：^{a} 表示 χ^2 值

与 T_1 相比在 T_4 组发生 CVD 高危的风险为 OR（95%CI）=1.827（1.622，2.058）；女性组，与 T_1 相比在 T_4 组发生 CVD 高危的风险为 1.552（1.410，1.708）。男女两组中第四个四分位数 TyG 指数与发生 CVD 高危风险比较，差异有统计学意义（P<0.05）；再进一步调整了总胆固醇等指标后（模型 2），T_2（F_2）、T_3（F_3）、T_4（F_4）与发生 CVD 高危风险的相关性有所减弱，但在男性和女性两组 TyG 指数中，T_2（F_2）、T_3（F_3）、T_4（F_4）均与发生 CVD 高危风险存在相关性（P<0.05），且随着 TyG 指数水平的逐渐增大与发生 CVD 高危风险的相关性逐渐增加。与 T_1 组相比，在男性组中 TyG 指数 T_4 组中发生 CVD 高危的风险 OR（95%CI）=1.804（1.584，2.055），女性组 OR（95%CI）=1.496（1.345，1.665）；男女两组中第四个四分位数 TyG 指数与发生 CVD 高危风险比较，差异有统计学意义（P<0.05）。见表 6、7。

3 讨论

CVD 仍是造成我国居民健康负担的首要原因，CVD 高危人群极易罹患心血管疾病，因此，加强 CVD 危险因素控制和 CVD 的风险评估仍然是预防 CVD 发生、发展的最主要措施[7]。在我国，中年群体一半以上为肥胖患者，处于中年肥胖的人群更易罹患高血压和糖尿病，明显增加了发生 CVD 的高危风险[8]。本研究分析了不同性别中年肥胖居民的 CVD 高危风险情况及相关危险因素，其中男性组发生 CVD 高危风险比例（28.4%）高于女性组（26.0%），与任海丽等[9]和贾佳等[10]的研究结果一致。本研究结果显示，在男性组和女性组发生 CVD 高危人群中，高血压检出率（34.5%）高于糖尿病（13.6%）和血脂异常（6.4%），表明对于高血压的预防与控制仍是预防 CVD 的重中之重。高血压患者发生 CVD 高危风险比较高[11]，应加强高血压这个危险因素的有效干预，降低 CVD 的发生率。本研究结果显示，在中年肥胖人群体中吸烟是女性发生 CVD 高危风险的

表 2　男性组 TyG 指数四分位数分组中不同特征的比较

Table 2　Comparison of different characteristics in the quartile groups of TyG index in the male group

变量	T_1（7.420-8.870）	T_2（8.870-9.204）	T_3（9.204-9.578）	T_4（9.578-11.440）	χ^2（Z）值	P 值
吸烟〔n（%）〕					11.983a	0.007
否	1 538（53.2）	1 515（52，4）	1 470（50.8）	1 416（49.0）		
是	1 354（46.8）	1 376（47.6）	1 422（49.2）	1 475（51.0）		
饮酒〔n（%）〕					69.230[a]	<0.001
否	1 981（68.5）	2 000（69.2）	1 893（65.5）	1 731（59.9）		
是	911（31.5）	891（30.8）	999（34.5）	1 160（40.1）		
高血压〔n（%）〕					161.727[a]	<0.001
否	2 131（73.7）	1 977（68.4）	1 817（62.8）	1 702（58.9）		
是	761（26.3）	914（31.6）	1 075（37.2）	1 189（41.1）		
糖尿病〔n（%）〕					477.328[a]	<0.001
否	2 729（94.4）	2 605（90.1）	2 480（85.8）	2 187（75.6）		
是	163（5.6）	286（9.9）	412（14.2）	704（24.4）		
血脂异常〔n（%）〕					224.638[a]	<0.001
否	2 814（97.3）	2 774（96.0）	2 724（94.2）	2 562（88.6）		
是	78（2.7）	117（4.0）	168（5.8）	329（11.4）		
心血管病高危人群〔n（%）〕					99.027[a]	<0.001
否	2 231（77.1）	2 091（72.3）	2 073（71.7）	1 891（65.4）		
是	661（22.9）	800（27.7）	819（28.3）	1 000（34.6）		
总胆固醇〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	4.21（3.62，4.82）	4.37（3.72，5.02）	4.47（3.91，5.17）	4.90（4.17，5.67）	686.303	<0.001
高密度脂蛋白胆固醇〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	1.36（1.12，1.66）	1.24（1.06，1.51）	1.21（1.03，1.42）	1.11（0.94，1.33）	713.897	<0.001
低密度脂蛋白胆固醇〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	2.34（1.81，2.92）	2.31（1.79，2.86）	2.30（1.80，2，88）	2.30（1.72，2.92）	3.298	0.348
BMI〔M（P_{25}，P_{75}），kg/m^2〕	25.96（25.41，26.78）	26.57（25.79，27.66）	27.39（26.35，28.64）	29.38（27.74，31.15）	3840.329	<0.001
三酰甘油〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	1.23（1.03，1.42）	1.75（1.54，1.98）	2.34（1.98，2.72）	3.58（3.58，4.53）	8115.993	<0.001
空腹血糖〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	5.70（5.20，6.30）	5.90（5.40，6.80）	6.20（5.50，7.30）	7.10（6.00，9.40）	1559.503	<0.001

注：[a] 表示 χ^2 值

重要因素。随着科技的发展和思想观念的转变，越来越多的女性进入职场，成为家庭的支柱，与此同时吸烟及应酬在较多数女性群体的生活中已成为日常。吸烟会增加高血压、脑卒中的发病风险[12]，同样也是发生 CVD 的高危风险因素[13]，因此应当尽早戒烟，进行日常生活上的干预，进而预防 CVD 的发生。在曹宁等[14]的研究发现，CVD 高危人群即使适量的饮酒也会增加糖尿病、高血压、血脂的发病率。但本研究中并未发现饮酒与发生 CVD 高危风险存在相关性，这可能是因为在本研究中饮酒的定义未包括饮酒的类型、饮酒的量等，应当对饮酒的类型与饮酒的量与发生 CVD 高位风险做进一步的探究[15]。

2 型糖尿病（T_2DM）是一种全球流行性慢性疾病，也是导致 CVD 的危险因素。中年人群肥胖会增加老年时患 2 型糖尿病的风险[16]。TyG 指数考虑了代谢紊乱（高三酰甘油血症）和血糖成分（空腹血糖），可作为糖尿病前期的诊断指标，能很好地反映胰岛素抵抗（IR）引起的血脂和血糖代谢异常情况。TyG 指数被认为是一种用来预测糖尿病的高效、简便的工具[17]。本研究结果显示，男性组 TyG 指数 T_4 组中发生糖尿病的风险是 T_1 组 5.389，在女性组中 F_4 组发生糖尿病的高危风险是 F_1 组的 11.479 倍，在男女两组中且随着 TyG 指数水平的增高，发生糖尿病的风险呈现逐渐升高的趋势。IR 与动脉硬化和钙化、血栓形成、氧化应激和炎性反应密切相关，TyG 指数升高可能会加速动脉硬化发生、发展过程，而这些代谢指标的变化同时也会增加高血压、血脂异常等疾病的发生率[19]。2022 年美国糖尿病协会（ADA）发布糖尿病标准显示[18]，TG、血糖升高的患者需要尽早的加强生活方式的干预来减缓动脉硬化引起的心血管疾病的进程。

栾威等[20]的一项前瞻性队列研究发现，高水平的 TyG 指数是患高血压的独立危险因素。本研究结果显示，随着 TyG 指数升高，在男性组和女性组中发生高血压的风险逐渐增加。高血压和血脂异常互为影响因素[21]，在高血压的发生和进展中，降压药联合降脂药的应用可以更好地控制 CVD 高危风险、降低 CVD 不良事件发生率。本研究结果显示，在男性女两组中发现，高水平的 TyG 指数发生血脂异常的风险分别是 4.633 倍、4.237 倍，且随着 TyG 指数的增加，血脂异常的发生率也逐渐增加。血脂异常引起的代谢紊乱是心、脑血管病的病理基础，

表 3 女性组 TyG 指数四分位数分组中不同特征的比较

Table 3 Comparison of different characteristics in the quartile groups of TyG index in the female group

变量	T_1（7.579-8.876）	T_2（8.876-9.183）	T_3（9.183-9.526）	T_4（9.526-11.647）	χ^2（Z）值	P 值
吸烟〔n（%）〕					1.138[a]	0.768
否	4 645（98.5）	4 645（98.4）	4 629（98.3）	4 644（98.5）		
是	70（1.5）	75（1.6）	81（1.7	70（1.5）		
饮酒〔n（%）〕					3.141[a]	0.370
否	4 550（96.5）	4 563（96.7）	4 572（96.1）	4 571（96.0）		
是	165（3.5）	157（3.3）	138（3.9）	143（3.5）		
高血压〔n（%）〕					337.631[a]	<0.001
否	3 713（78.7）	3 378（71.6）	3 194（67.8）	2 915（61.8）		
是	1 002（21.3）	1 342（28.4）	1 516（32.2）	1 799（38.2）		
糖尿病〔n（%）〕					1409.651[a]	<0.001
否	4 581（97.2）	4 441（94.1）	4 231（89.8）	3 529（74.9）		
是	134（2.8）	279（5.9）	479（10.2）	1185（25.1）		
血脂异常〔n（%）〕					312.328[a]	<0.001
否	4 575（97.0）	4 490（95.1）	4 408（93.6）	4 173（88.5）		
是	140（3.0）	230（4.9）	302（6.4）	541（11.5）		
心血管病高危人群〔n（%）〕					80.699[a]	<0.001
否	3 663（77.7）	3 531（74.8）	3 471（73.7）	3 285（69.7）		
是	1 052（22.3）	1 189（25.2）	1 239（26.3）	1 429（30.3）		
总胆固醇〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	4.61（4.02，5.24）	4.84（4.17，5.54）	4.97（4.27，5.70）	5.24（4.46，6.09）	815.001	<0.001
高密度脂蛋白胆固醇〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	1.51（1.28，1.81）	1.42（1.21，1.68）	1.33（1.16，1.58）	1.24（1.06，1.48）	1327.144	<0.001
低密度脂蛋白胆固醇〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	2.49（1.96，3.11）	2.55（2.00，3.13）	2.55（1.97，3.15）	2.56（2.00，3.16）	11.353	0.003
BMI〔M（P_{25}，P_{75}），kg/m^2〕	26.05（25.45，26.98）	26.76（25.87，27.97）	27.60（26.37，29.09）	29.61（27.72，31.64）	5192.163	<0.001
三酰甘油〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	1.34（1.15，1.53）	1.82（1.63，2.04）	2.36（2.05，2.70）	3.35（2.74，4.21）	13176.544	<0.001
空腹血糖〔M（P_{25}，P_{75}），mmol/L〕	5.40（4.90，5.90）	5.70（5.20，6.30）	6.08（5.40，6.80）	6.90（5.80，8.80）	3468.986	<0.001

注：[a] 表示 χ^2 值

表 4 男性组中不同特征人群单因素二元 logistic 回归分析

Table 4 Binary Logistic regression analysis of different characteristics in male group

变量	β	SE	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
高血压（以 T_1 为参照）						
T_2	0.258	0.058	19.706	<0.001	1.295	（1.155，1.451）
T_3	0.505	0.057	78.087	<0.001	1.657	（1.481，1.853）
T_4	0.671	0.057	140.188	<0.001	1.956	（1.751，2.186）
糖尿病（以 T_1 为参照）						
T_2	0.609	0.102	35.694	<0.001	1.838	（1.505，2.244）
T_3	1.023	0.097	112.135	<0.001	2.781	（2.302，3.361）
T_4	1.684	0.092	338.618	<0.001	5.389	（4.504，6.448）
血脂异常（以 T_1 为参照）						
T_2	0.420	0.149	7.980	<0.001	1.522	（1.137，2.036）
T_3	0.800	0.140	32.809	<0.001	2.225	（1.692，2.925）
T_4	1.533	0.129	141.554	<0.001	4.633	（3.599，5.964）
是否 CVD 高危风险人群（以 T_1 为参照）						
T_2	0.256	0.061	17.717	<0.001	1.291	（1.146，1.455）
T_3	0.288	0.061	22.601	<0.001	1.333	（1.184，1.501）
T_4	0.579	0.059	96.175	<0.001	1.785	（1.590，2.004）

表 5 女性组中不同特征人群单因素二元 logistic 回归分析

Table 5 Binary Logistic regression analysis of different characteristics in the female group

变量	β	SE	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
高血压（以 F_1 为参照）						
F_2	0.387	0.048	64.783	<0.001	1.472	（1.340，1.618）
F_3	0.565	0.047	142.328	<0.001	1.759	（1.603，1.930）
F_4	0.827	0.047	315.876	<0.001	2.287	（2.088，2.505）
糖尿病（以 F_1 为参照）						
F_2	0.764	0.107	50.853	<0.001	2.148	（1.741，2.650）
F_3	1.353	0.100	183.061	<0.001	3.870	（3.181，4.709）
F_4	2.441	0.094	676.224	<0.001	11.479	（9.551，13.798）
血脂异常（以 F_1 为参照）						
F_2	0.515	0.109	22.245	<0.001	1.674	（1.351，2.074）
F_3	0.806	0.104	59.598	<0.001	2.239	（1.825，2.747）
F_4	1.444	0.097	220.584	<0.001	4.237	（3.502，5.126）
是否 CVD 高危风险人群（以 F_1 为参照）						
F_2	0.159	0.048	10.784	0.001	1.172	（1.066，1.289）
F_3	0.217	0.048	20.392	<0.001	1.243	（1.131，1.366）
F_4	0.415	0.047	77.382	<0.001	1.515	（1.381，1.661）

表 6 不同性别中年肥胖人群 TyG 指数与发生心血管病高危风险的相关性（模型 1）
Table 6 Correlation between TyG index and high risk of cardiovascular disease in middle-aged obese people of different genders

特征	男性组			女性组			*Z* 值	*P* 值
	P 值	*OR* 值	95%*CI*	*P* 值	*OR* 值	95%*CI*		
TyG 指数〔以 T_1（F_1）参照〕								
T_2（F_2）	<0.001	1.298	（1.152，1.462）	0.001	1.179	（1.072，1.297）	1.235	
	0.213							
T_3（F_3）	<0.001	1.348	（1.196，1.519）	<0.001	1.256	（1.143，1.382）	0.908	
	0.364							
T_4（F_4）	<0.001	1.827	（1.622，2.058）	<0.001	1.552	（1.410，1.708）	2.092	0.036

注：模型 1 调整了吸烟、饮酒、高血压、糖尿病、血脂异常

表 7 不同性别中年肥胖人群 TyG 指数与发生心血管病高危风险的相关性（模型 2）
Table 7 Correlation between TyG index and high risk of cardiovascular disease in middle-aged obese people of different genders

特征	男性组			女性组			*Z* 值	*P* 值
	P 值	*OR* 值	95%*CI*	*P* 值	*OR* 值	95%*CI*		
TyG 指数〔以 T_1（F_2）参照〕								
T_2（F_2）	<0.001	1.304	（1.155，1.473）	0.007	1.145	1.037，1.264	1.626	
	0.104							
T_3（F_3）	<0.001	1.338	（1.182，1.514）	<0.001	1.213	1.097，1.342	1.204	
	0.228							
T_4（F_4）	<0.001	1.804	（1.584，2.055）	<0.001	1.496	1.345，1.665	2.180	0.029

注：模型 2 调整了吸烟、饮酒、高血压、糖尿病、血脂异常、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇

与 CVD 死亡密切相关[22]。因此可以通过降低 TyG 指数来控制高血压、血脂异常发生发展，延缓发生 CVD 高危风险的进程。

本研究通过二元 Logistic 回归分析显示，在控制各种混杂因素后，TyG 指数是发生 CVD 高危风险的高危因素，且随着 TyG 指数水平的增加，发生 CVD 高危风险逐渐增加。在男性组中，T_4 组发生 CVD 的高危风险是 T_1 组 1.827 倍，在女性组中 F_4 组发生 CVD 的高危风险是 F_1 组的 1.552 倍，且随着 TyG 指数水平的增高，发生 CVD 的高危风险呈现逐渐升高的趋势；再进一步调整总胆固醇等指标后，TyG 指数与发生 CVD 高危风险的相关性减弱，但整体还是随着 TyG 指数的增加，发生 CVD 的高危风险也逐渐增加。T_4 组发生 CVD 的高危风险是 T_1 组 1.804 倍，在女性组中 F_4 组发生 CVD 的高危风险是 F_1 组的 1.496 倍，Z 检验提示男性和女性两组 TyG 指数在第四个四分位数分组中存在明显差异，表明男性在高水平 TyG 指数下比女性更易于发生 CVD。这可能是由于在本研究中年肥胖人群中，男性组的吸烟（48.6%）、饮酒（34.5%）、高血压（34.5%）、糖尿病（13.6%）的发生 CVD 高危风险检出率均高于女性组吸烟（1.2%）、饮酒（3.0%）、高血压（29.8%）、糖尿病（11.3%）的发生 CVD 高危风险的检出率，从而使高水平的 TyG 指数与发生 CVD 高危风险在男性组中更加显著。此外，还可能与在肥胖的中年人群中，男性血清中醛固酮水平高于女性，高血压发病率高于女性，从而在高水平的 TyG 指数中男性比女性更易于患 CVD[23-24]。但在张彤[25]等人的研究中发现，在没有发生 CVD 的高危风险因素的人群中，CVD 发生率会随着 TyG 指数的增加而增加，但在不同性别人群中 TyG 指数与发生 CVD 的高危风险并无差异，这与本研究结果不同。在本研究中年肥胖人群中 TyG 指数与发生 CVD 高危风险随着 TyG 指数的逐渐增加而呈现逐渐增加的趋势，并且在不同性别中高水平的 TyG 指数与发生 CVD 高危风险存在明显的差异性，TyG 指数与发生 CVD 高危风险关系在不同性别之间差异性的相关机制在未来还需进一步探究。在一项包含 4 754 名青年人参与的 25 年随访的队列研究中发现[26]，较高的 TyG 指数水平和长期动态轨迹较高的 TyG 指数与青年人未来发生 CVD 事件呈显著正相关。在年轻群体中 TyG 指数也可以作为预测 CVD 发生发展的一个有效指标。

本研究的优势是：对于不同性别人群进行探究，以往鲜有这样的研究分析。该研究分析了中年肥胖 CVD 高危人群相关的常见高危因素，如年龄、吸烟、饮酒、高血压、糖尿病、血脂异常等。此外，本研究所分析的数据来自安徽省心血管高危人群筛查项目，样本量大，具有代表性，且指标测量质量较高。本研究的局限性是：该研究是横断面研究，测量的甘油三脂与空腹血糖的浓度仅此一次，不能得出关于人体测量指数随时间变化的

结论，无法评估这些指标的动态变化对本研究目的的影响。此外，本研究对象仅限于安徽省的中年肥胖人群，因此，若将结论在推广应用到不同地方、不同年龄段以及非肥胖人群时需要谨慎，适用性可能有限。

综上，TyG 指数与安徽省不同性别中年肥胖人群发生 CVD 高危风险密切相关。在高水平的 TyG 指数中，中年肥胖男性与发生 CVD 高危风险的相关性更加显著，可以为中年肥胖男性发生 CVD 高危风险的因素进行早期针对性的干预提供依据。在未来还需采取切实可行的措施来降低中年肥胖人群中的 TyG 指数水平，为降低安徽省 CVD 发生风险提供科学依据。

作者贡献：潘姚佳、顾怀聪整理数据；潘姚佳应用统计软件分析数据，论文撰写；王为强对研究活动进行规划与监督，论文质量进行审校和指导；易伟卓对数据统计分析进行指导；傅方琳、董雅勤、韩正、孙梦、高兵收集数据；傅方琳协助论文的修改。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] 马丽媛，王增武，樊静，等.《中国心血管健康与疾病报告2021》要点解读[J]. 中国全科医学，2022，25（27）：3331-3346. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0506.

[2] ROTH G A，MENSAH G A，JOHNSON C O，et al. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors，1990-2019：update from the GBD 2019 study[J]. J Am Coll Cardiol，2020，76（25）：2982-3021. DOI：10.1016/j.jacc.2020.11.010.

[3] 徐绮，沈节艳，施榕，等. 社区中年人群十年缺血性心血管病风险评估及干预效果研究[J]. 中国全科医学，2017，20（11）：1305-1309. DOI：10.3969/j.issn.1007-9572.2017.11.006.

[4] RAMDAS NAYAK V K，SATHEESH P，SHENOY M T，et al. Triglyceride Glucose（TyG）Index：a surrogate biomarker of insulin resistance[J]. J Pak Med Assoc，2022，72（5）：986-988. DOI：10.47391/jpma.22-63.

[5] XIE J，ZHANG X，SHAO H，et al. An affordable approach to classifying type 2 diabetes based on fasting plasma glucose，TyG index and BMI：a retrospective cohort study of NHANES Data from 1988 to 2014[J]. Diabetol Metab Syndr，2022，14（1）：113. DOI：10.1186/s13098-022-00883-0.

[6] MENDIS S，LINDHOLM L H，MANCIA G，et al. World Health Organization（WHO）and International Society of Hypertension（ISH）risk prediction charts：assessment of cardiovascular risk for prevention and control of cardiovascular disease in low and middle-income countries[J]. J Hypertens，2007，25（8）：1578-1582. DOI：10.1097/HJH.0b013e3282861fd3.

[7] 刘莉，林东杰，谢良地.《中国心血管病一级预防指南》的解读——胡大一教授在福州站巡讲的讲话精要[J]. 中华高血压杂志，2021，29（11）：1134-1136. DOI：10.16439/j.issn.1673-7245.2021.11.020.

[8] 陈祚，李苏宁，王馨，等. 我国中年人群高血压、超重和肥胖的发病率及其与心血管事件的关系[J]. 中华心血管病杂志，2020，48（1）：47-53. DOI：10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2020.01.005.

[9] 殷黎，殷蕾，刘琼，等. 湖南省 35~75 岁居民心血管病高危人群流行特征[J]. 中华疾病控制杂志，2022，26（6）：728-731. DOI：10.16462/j.cnki.zhjbkz.2022.06.019.

[10] 贾佳，赵红叶，游凯，等. 北京市顺义区 35~75 岁居民心血管病高危人群检出情况及高危预测模型建立[J]. 中国公共卫生，2022，38（4）：456-460. DOI：10.11847/zgggws1131799.

[11] 柳瑾，齐新，齐延芳，等. 天津社区老年高血压患者心血管疾病危险因素分析[J]. 首都医科大学学报，2021，42（5）：804-809. DOI：10.3969/j.issn.1006-7795.2021.05.017.

[12] 胡安易，张行易，吴岳，等. 四类社区中年人群的健康生活方式遵循情况[J]. 中国循环杂志，2022，37（5）：513-518. DOI：10.3969/j.issn.1000-3614.2022.05.011.

[13] 姜博，方凯，韩雪玉，等. 北京市 35~75 岁居民心血管病高危人群特征[J]. 中华流行病学杂志，2022，43（3）：366-372. DOI：10.3760/cma.j.cn112338-20210624-00493.

[14] 曹宁，席云峰，牛丽薇，等. 内蒙古心血管病高危人群饮酒模式与健康相关生活质量的关系[J]. 中华疾病控制杂志，2022，26（4）：401-405，411. DOI：10.16462/j.cnki.zhjbkz.2022.04.007.

[15] 任金霞，骆雷鸣. 饮酒对心血管系统影响的双向效应争论中的共识与分歧[J]. 中国全科医学，2022，25（30）：3747-3754. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0299.

[16] 时磊，徐少勇，王莉，等. 青年和中年时期体重状态变化及最大体重减重程度与其中老年时期 2 型糖尿病的关系[J]. 中国糖尿病杂志，2020，28（1）：7-12. DOI：10.3969/j.issn.1006-6187.2020.01.002.

[17] MALEK M，KHAMSEH M E，CHEHREHGOSHA H，et al. Triglyceride glucose-waist to height ratio：a novel and effective marker for identifying hepatic steatosis in individuals with type 2 diabetes mellitus[J]. Endocrine，2021，74（3）：538-545. DOI：10.1007/s12020-021-02815-w.

[18] DE BOER I H，KHUNTI K，SADUSKY T，et al. Diabetes management in chronic kidney disease：a consensus report by the American diabetes association（ADA）and kidney disease：improving global outcomes（KDIGO）[J]. Diabetes Care，2022，45（12）：3075-3090. DOI：10.2337/dci22-0027.

[19] DARSHAN AN V，RAJPUT R，MEENA，et al. Comparison of triglyceride glucose index and HbA1C as a marker of prediabetes-A preliminary study[J]. Diabetes Metab Syndr，2022，16（9）：102605. DOI：10.1016/j.dsx.2022.102605.

[20] 栾威，汪俊华，赵否曦，等. 甘油三酯葡萄糖乘积指数与高血压发病风险关联的队列研究[J]. 中国慢性病预防与控制，2022，30（10）：731-735. DOI：10.16386/j.cjpccd.issn.1004-6194.2022.10.003.

[21] 缪莹，汪宇，晏丕军，等. 甘油三酯葡萄糖指数及其结合肥胖指标与中老年人群新发缺血性脑卒中的关系：一项追踪 10 年的前瞻性队列研究[J]. 中国全科医学，2022，25（26）：3232-3239. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0337.

[22] LI Y L，ZHENG R，LI S T，et al. Association between four anthropometric indexes and metabolic syndrome in US adults[J]. Front Endocrinol（Lausanne），2022，13：889785. DOI：10.3389/fendo.2022.889785.

[23] XU X Y，BHAGAVATHULA A S，ZHANG Y，et al. Sex differences in the TyG index and cardiovascular risk factors in metabolically obese normal weight phenotype［J］. Int J Endocrinol，2022，2022：1139045. DOI：10.1155/2022/1139045.

[24] 李丽君，侯小玲，耿晓雯，等 . 不同性别青年肥胖高血压患者醛固酮水平的变化［J］. 中华高血压杂志，2018，26（1）：56–60. DOI：10.16439/j.cnki.1673–7245.2018.01.023.

[25] 张彤，田雪，左颖婷，等 . 无传统危险因素人群中 TyG 指数与心脑血管疾病的关系［J］. 上海交通大学学报：医学版，2022，42（3）：267–274. DOI：10.3969/j.issn.1674–8115.2022.03.002.

[26] XU X H，HUANG R H，LIN Y F，et al. High triglyceride–glucose index in young adulthood is associated with incident cardiovascular disease and mortality in later life：insight from the CARDIA study［J］. Cardiovasc Diabetol，2022，21（1）：155. DOI：10.1186/s12933–022–01593–7.

（收稿日期：2022–11–11；修回日期：2023–02–26）

（本文编辑：崔莎）